

Moroxylon nov. gen. (Moraceae), ein verkieseltes Maulbeerholz aus jungtertiären Schichten Bayerns (Hallertau)

Von ALFRED SELMEIER *)

Mit 13 Abbildungen und 1 Tabelle

Herrn PROF. DR. W.-R. MÜLLER-STOLL zum 85. Geburtstag

Kurzfassung

Beim Friedhof des Ortes Au i. d. Hallertau wurde vor 1971 ein verkieselter Holzrest entdeckt. Die Feinstruktur des Kieselholzes zeigt die anatomischen Merkmale der Gattung *Morus*, Familie Moraceae, Maulbeergewächse. Das jungtertiäre Holz wird als *Moroxylon* nov. gen., Typusart *Moroxylon sturmii* nov. sp., beschrieben. Rezenten *Morus*-Gehölze Asiens, *M. alba* und *M. nigra*, haben anatomisch die größte Ähnlichkeit mit dem Fossilrest.

Abstract

A silicified wood was found before 1971 near the cemetery of Au i. d. Hallertau (Southern Germany, Bavaria). Detailed description and comparison with recent species of this fossil wood from the Upper Freshwater Molasse: *Moroxylon* nov. gen., *Moroxylon sturmii*, nov. sp., assigned to Moraceae. Minute anatomy, see Diagnosis.

Inhalt

1.	Das Maulbeerholz aus Au i. d. Hallertau	210
1.1	<i>Moroxylon</i> nov. gen.	212
1.2	Anatomische Beschreibung	212
1.3	Bestimmung	218
1.3.1	Vergleich mit rezenten Hölzern	218
1.3.2	Fossile Hölzer der Moraceae	221
1.3.3	Ökologie und Anatomie	221
2.	Makroreste, Pollenanalyse	222
3.	Standort und Klima	223
	Dank	223
	Schriftenverzeichnis	224

* Prof. Dr. A. SELMEIER. – c/o Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, Richard-Wagner-Straße 10, 80333 München.

1. Das Maulbeerholz aus Au i. d. Hallertau

In jungtertiären Schichten Bayerns wurden in den letzten 50 Jahren Tausende verkieselter Holzreste entdeckt und gesammelt (SELMEIER 1989). Das Fossilmaterial ist vorwiegend (a) in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie deponiert oder wird (b) bei Privatsammlern und (c) in kleineren Museen aufbewahrt. Die größten Aufsammlungen tätigten in jüngerer Zeit P. HOLLEIS (Gröbenzell), H. HABERDA (Deggendorf) und L. LANG (Ehekirchen).

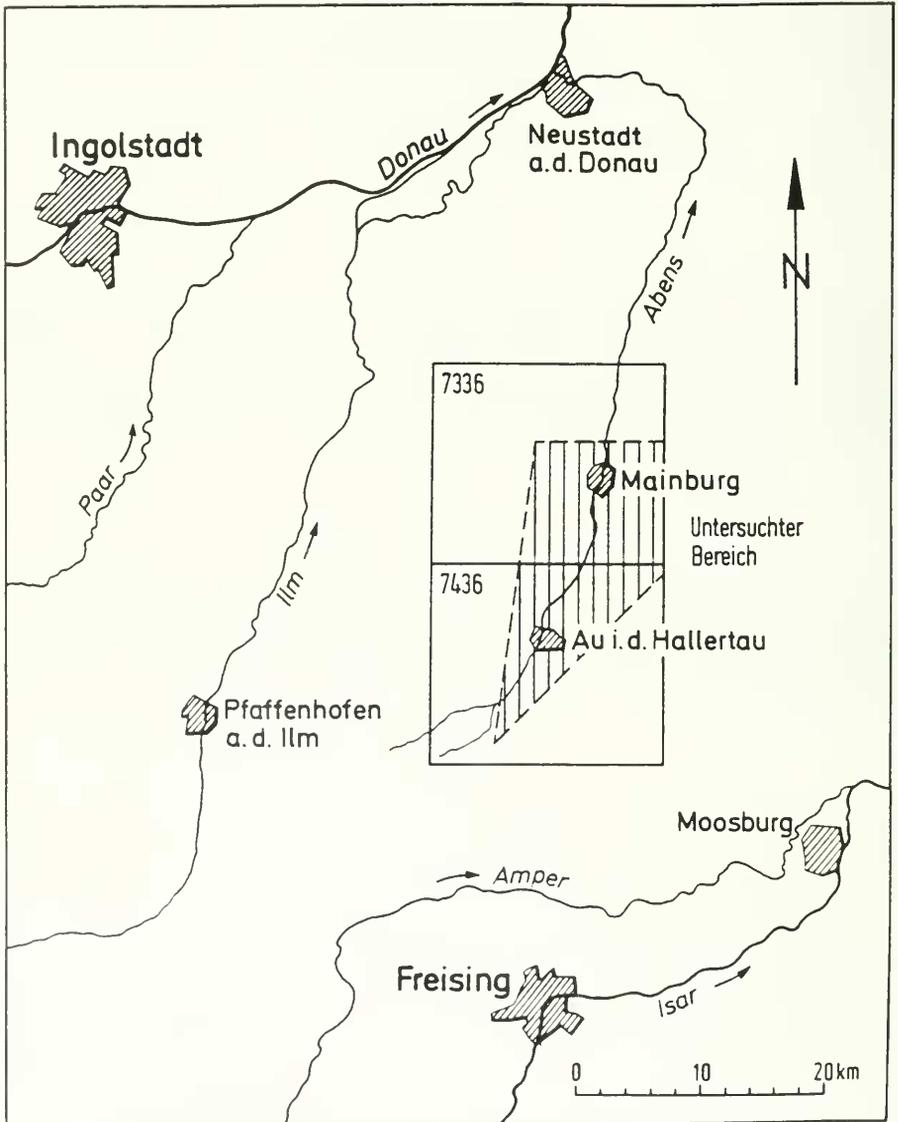


Abb. 1. Geographische Lage des Fundortes Au i. d. Hallertau, Südbayern. Schraffierter Bereich ist geologisch untersucht. – Nach UNGER (1982).



Abb. 2. Querschliff (BSP 1971 XVII 84) mit acht Zuwachszonen, unten rechts teils halbringporig. – $\times 8$.

Unter den derzeitig vorliegenden zahlreichen Dünnschliffen zeigt bisher nur ein einziges Fundstück die anatomischen Merkmale der Gattung *Morus*.

1.1 *Moroxylon* nov. gen.

Diagnosis

Growth rings distinct. Wood ring-porous. – Vessels of the springwood large, solitary and radial multiples for 2–3(4). The groups of small vessels, especially in the latewood in clusters, partly forming a pattern of tangential or discontinuous oblique bands. Perforations simple, tyloses common. Inter-vessel pits alternate (8–11 µm). – Parenchyma vasicentric, partly confluent. – Fibres thin-to thick-walled, not in radial rows. – Rays 1–3–(4) cells wide, heterocellular, composed of procumbent central cells and square, irregular and upright marginal cells (prismatic crystals).

Derivatio nominis: After the similarity with genus *Morus*, family Moraceae.

1.2 Anatomische Beschreibung

Ordnung Urticales

Familie Moraceae

Moroxylon sturmii nov. gen., nov. spec.

Diagnosis

Silicified, secondary dicotyledonous wood. Growth rings distinct, ringporous. – Large vessels in the springwood (14–22 vessels/mm²), solitary and radial multiples for 2–3(4), tangential diameter of solitary vessels 170–245 µm, radial diameter up to 300 µm. Latewood vessels often in clusters with 5–7–(17) pores (tracheids), arranged perpendicular to the rays and wavy, ulmiform tangential bands. Vessel member length 241 (110–390) µm. Perforation simple, thin-walled tyloses common. Outline of inter-vessel pits as seen in surface view (tangential section) alternate, polygonal to rounded, 8–11 µm, with short slit-like apertures. Vessel-ray pits rounded to elliptic, simple bordered. – Fibres thin – to thick-walled not in radial rows, diameter ca. 17 µm (lumen 7 µm). – Parenchyma vasicentric, confluent especially within the springwood, diameter 17–34 µm (cross-section). – Rays 1–3–(4) cells wide, uniseriate rays 123–190 µm (4–7 cells), larger rays 143–466 µm (8–32 cells), heterocellular (procumbent, irregular, partly sheat cells, square and/or upright marginal cells, 57–63 µm). Prismatic crystals in upright ray cells.

Derivatio nominis: After J. STURM, who found the fossil wood.

Holotypus (Material): Verkieseltes Holz, Länge 21 cm, maximaler Umfang 12 cm; äußerlich hellbraun, an der Oberfläche etwas geglättet. Handstücke und 6 Objektträger mit 10 Dünnschliffen (4×q, 3×t, 3×r) werden in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München, aufbewahrt, Inventar-Nr. BSP 1971 XVII 84. Die gesamte Fossilfläche der Dünnschliffe beträgt etwa 10 cm². Der Erhaltungszustand ist gut bis ausreichend. Die Längsschliffe sind wenig kontrastreich.

Derivatio nominis: Nach dem Namen des Finders, Herrn J. STURM, damals (1971) Oberlehrer in Au i. d. Hallertau.

Locus typicus: Au i. d. Hallertau, Lesestein „hinter dem Friedhof“, Blatt-Nr. 7436 Au i. d. Hallertau der Topographischen Karte 1:25 000.

Stratum typicum: Obere Süßwasser-Molasse, im Grenzbereich zwischen älterer und mittlerer Serie; nach UNGER (1982).

Alter: Obere Süßwasser-Molasse, europäische Säugetiereinheit (Mammal Neogen Units; MEIN 1975) MN 6/7, somit jünger als der „Ortenburger Schotter“. Der Fundort des verkieselten *Morus*-Holzes liegt etwa 15 km nördlich der Verbreitung des Brockhorizontes in der Oberen Süßwasser-Molasse (HEISSIG 1989: 255, Abb. 5).

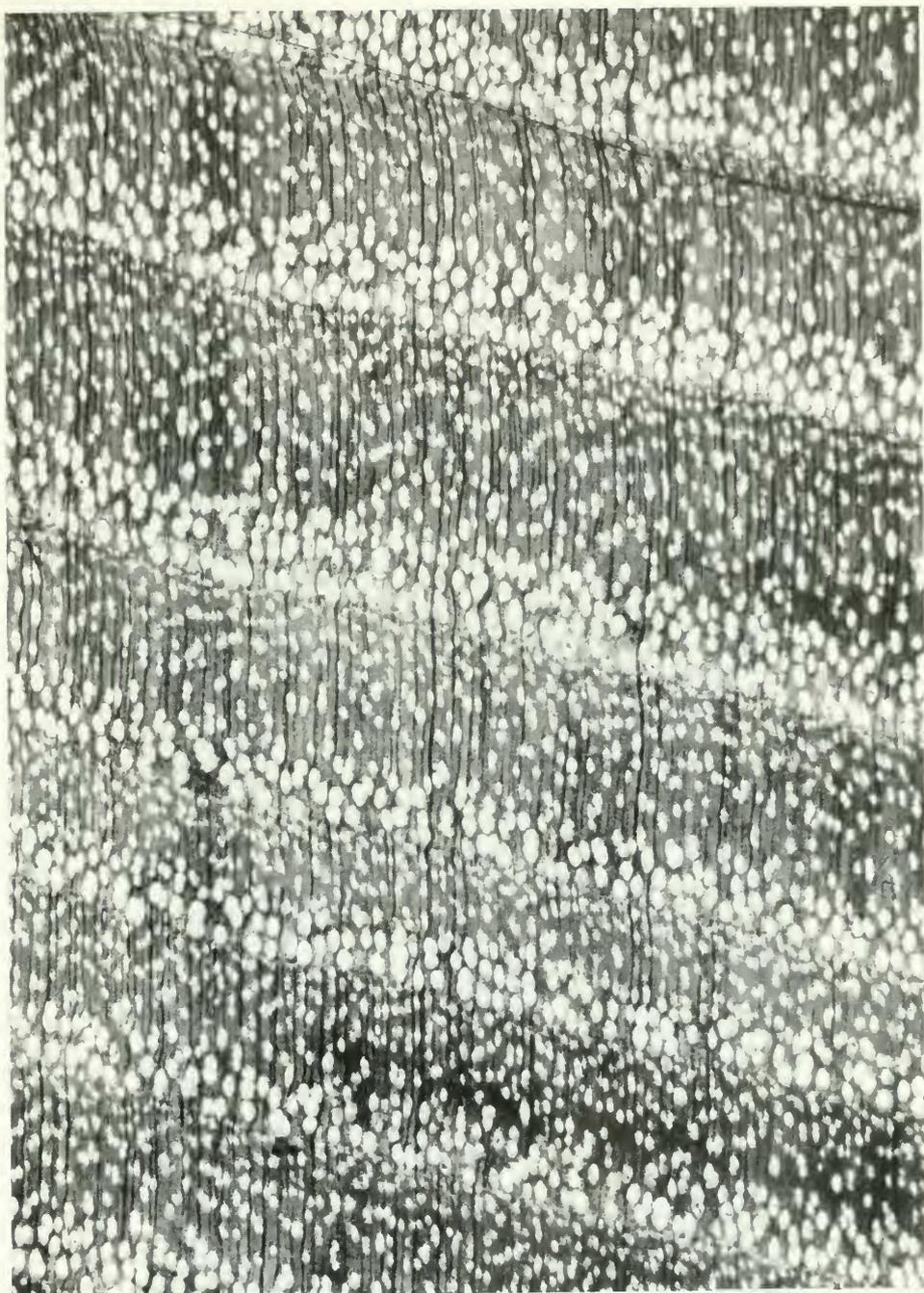


Abb. 3. Querschliff (BSP 1971 XVII 84) mit geschlossenen Porenringen. Ulmiforme Gefäßanordnung im Spätholz. - $\times 11$.

Mikroskopisches Holzbild (Abb. 2–13)

Mikroskopie: Die anatomische Beschreibung erfolgt gemäß den Empfehlungen der Internationalen Association of Wood Anatomists: IAWA list of microscopic features for hardwood identification (WHEELER, BAAS & GASSON 1989).

Das verkieselte sekundäre Dikotyledonen-Holz ohne Mark und Rinde hat folgende anatomische Merkmale (WHEELER 1991; Fossil Wood Datasheet): 1, 4, (6 ?), 13, 22, 23, 26, 31, 56, (65 ?), 66, (69 ?), (76 ?), 79, 97, 102, 107, (109 ?), (115 ?), 122, (124 ?), 136, 140.

Zuwachszonen

Auffallend, an den Schnittflächen des Kieselholzes bereits mit bloßem Auge sichtbar. Breite von 33 Zuwachszonen 1,8–4 mm (Mittel 2,1 mm). Der kleinste, angenommene Durchmesser des Holzrestes, berechnet aus den Krümmungen der Zuwachsgrenzen, deutet auf ein sehr großes Stamm- oder Aststück.

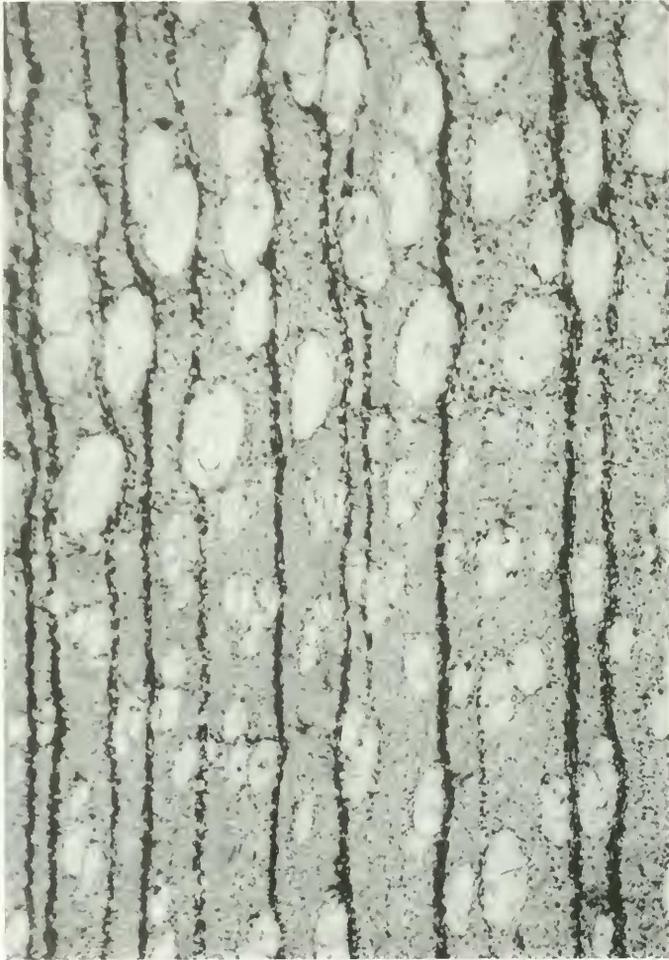


Abb. 4. Querschliff (BSP 1971 XVII 84) im Bereich einer Zuwachsgrenze. Feldförmige Nester der Gefäße im äußersten Spätholz. – $\times 50$.

Gefäße im Frühholz

Ringporig, Gefäße in geschlossenem Porenkreis, dichtstehend, 2–3(4) Lagen großer Gefäße unmittelbar an der Zuwachsgrenze. Gefäße einzeln oder Zwillingsporen, seltener dreizählig. Tendenz zu tangentialer Gruppierung von 2 bis 3 Poren. Tangentialer Durchmesser großer Gefäße 170–245 μm , Einzelgefäße im Querschnitt vielfach radial gestreckte Ovale (Holz vor der Verkieselung tangential gepreßt?). Beispiele: Große Einzelgefäße (tang. \times rad.) 152 \times 262 μm , 186 \times 296 μm , 195 \times 305 μm ; große Zwillingsporen (tang. \times rad.) 169 \times 296 μm , 211 \times 415 μm , 229 \times 441 μm ; großer dreizähliger Porenstrahl (tang. \times rad.) 254 \times 491 μm ; 14–22 Gefäße (davon 4–8 einzeln) je mm^2 . Tangentialer Durchmesser der Poren am Übergang vom Früh- zum Spätholz 134–47 μm . Länge der Gefäßelemente im Früh- und Spätholz 110–390 μm , Mittel 241 μm (40 Messungen). Gefäße stark verthyllt, Thyllen dünnwandig. Durchbrechungen einfach, wenig bis stark geneigt. Tüpfel alternierend, polygonal, 8–11 μm , in horizontaler Linie liegen z. B. 11 Tüpfel auf einer tangentialen Wandstrecke von 216 μm . Pori deutlich spaltförmig und waagrecht. Einfache Tüpfel zwischen Gefäßen und Holzstrahlen oval bis bohnenförmig.

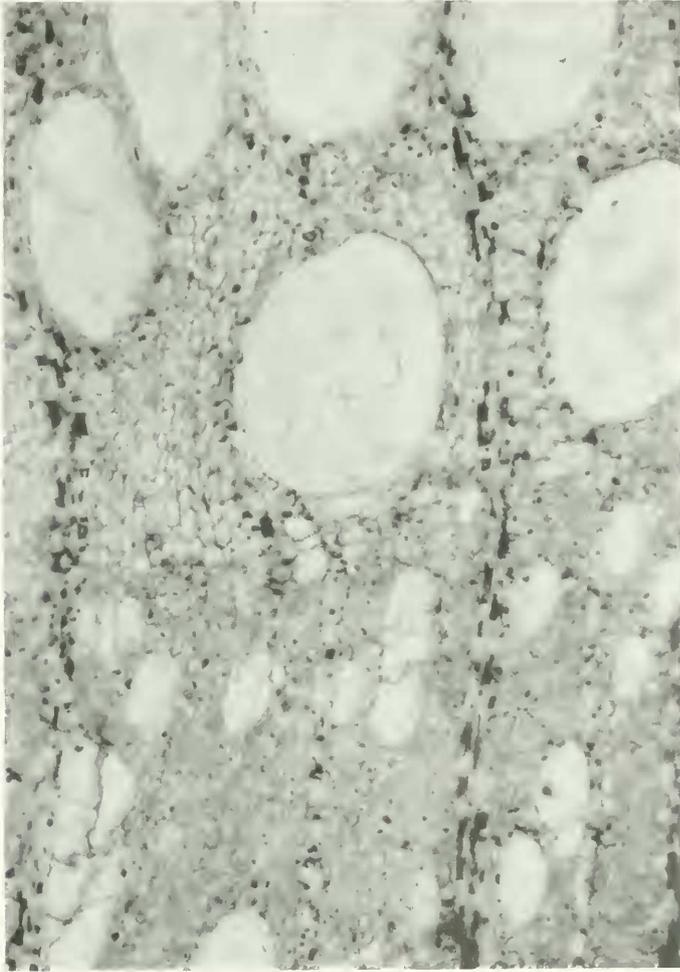


Abb. 5. Querschliff (BSP 1971 XVII 84) an der Grenze zwischen Spät- und Frühholz. Dünnwandige Thyllen undeutlicher erkennbar. $\times 140$.

Gefäße im Spätholz

Anordnung häufig etwas wellenförmig, tangentiale oder diagonale Muster, teils wie ulmiform, tangentialer Durchmesser der Gefäße im Übergangsbereich 50–134 μm ; Gefäße im äußersten Spätholz vielfach in feldartigen Nestern (clusters) mit 5–7–(17) anteiligen Poren und Gefäßtracheiden. Beispiele: Felder (tang. \times rad.) 76 \times 67 μm , 127 \times 144 μm , 135 \times 228 μm ; 31–76 Gefäße (davon 4–10 einzeln) je mm^2 .

Tracheiden und Fasern

Fasern unregelmäßig angeordnet, nicht in radialen Reihen, Querschnitt rundlich bis polygonal, Lumen mit dunklem Inhalt, Durchmesser ca. 17 μm , dünn- bis dickwandig, 3–6–11 Fasern zwischen 2 Holzstrahlen, Fasern des Frühholzes septiert (?).

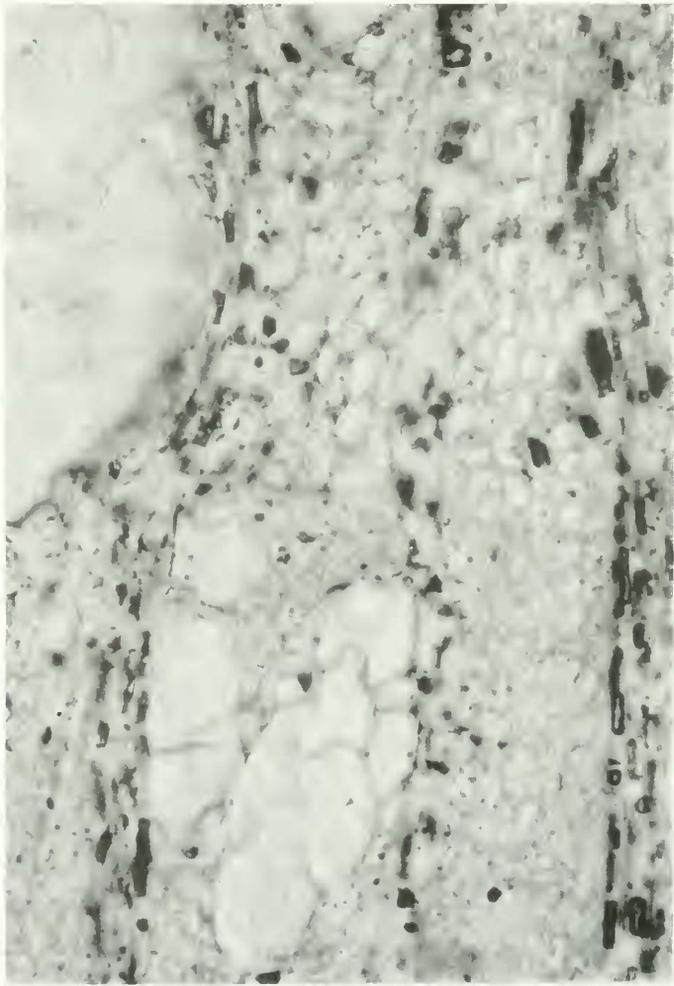


Abb. 6. Querschliff (BSP 1971 XVII 84) im Bereich einer Zuwachsgrenze. Große Parenchymzellen zwischen 3 Holzstrahlen. Frühholzgefäß mit dünnwandigen Thyllen. \times 250.

Axiales Parenchym

Paratracheal, vorwiegend zoniert innerhalb der großen Frühholzporen, ob diffus ist schwer erkennbar. Durchmesser der Zellen im Querschliff 17–34 μm , vertikal 27–48 μm , tangential 16–27 μm ; 1–4 Tüpfel auf den Parenchymzellen.

Holzstrahlen

1–3–(4)reihig, einreihige Strahlen 123–190 μm hoch (4–7 Zellen), 17–33 μm breit; mehrreihige 143–466 μm hoch (8–32 Zellen), Mittel 257 μm (30 Messungen), 37–60 μm breit; teils einreihige Fortsätze aus quadratischen oder vertikal verlängerten Zellen, z. B. 6 Zellen (133 μm). Holzstrahlen heterozellular, im Tangentialbild teils Scheidenzellen erkennbar, vielfach blasenartige Kantenzellen (Längsschliffe). Bei schwacher Vergrößerung sehen die aufgeblähten Kantenzellen (helle Stellen im Tangentialschliff) aus wie die Ölioblasten der Lauraceen. Größe der Kantenzellen vertikal 57–63 μm , radial 40–67 μm , tangential 40–60 μm . In mehreren

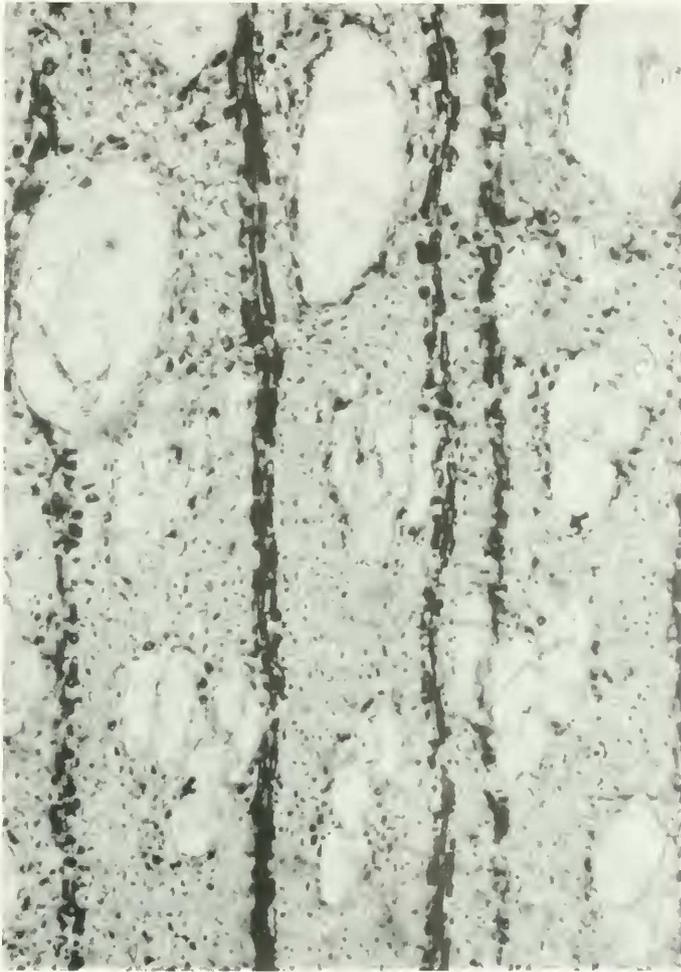


Abb. 7. Querschliff (BSP 1971 XVII 84) im Bereich einer Zuwachsgrenze. Holzfasern mit dunklem Lumen, teils dickwandig, nicht in radialen Reihen. – $\times 140$.

Kantenzellen liegen prismatische Einzelkristalle. Stellenweise ist eine schwache Tendenz zu stockwerkartiger Anordnung erkennbar; 7–11 Strahlen je mm.

1.3 Bestimmung

1.3.1 Vergleich mit rezenten Hölzern

Rezente Vergleichspräparate

Xylothek Dr. D. GROSSER, München (STERN 1988: 229–230): *Morus alba*, H. M. Nr. 2027-Tennessee; *Morus lacteata*, RAKF Nr. 2049-Ostafrika; *Morus lateal/meodze*, H. M. Nr. 2597-Südafrika; *Morus mesozygia*, RAKF Nr. 3762-Tanganjka.

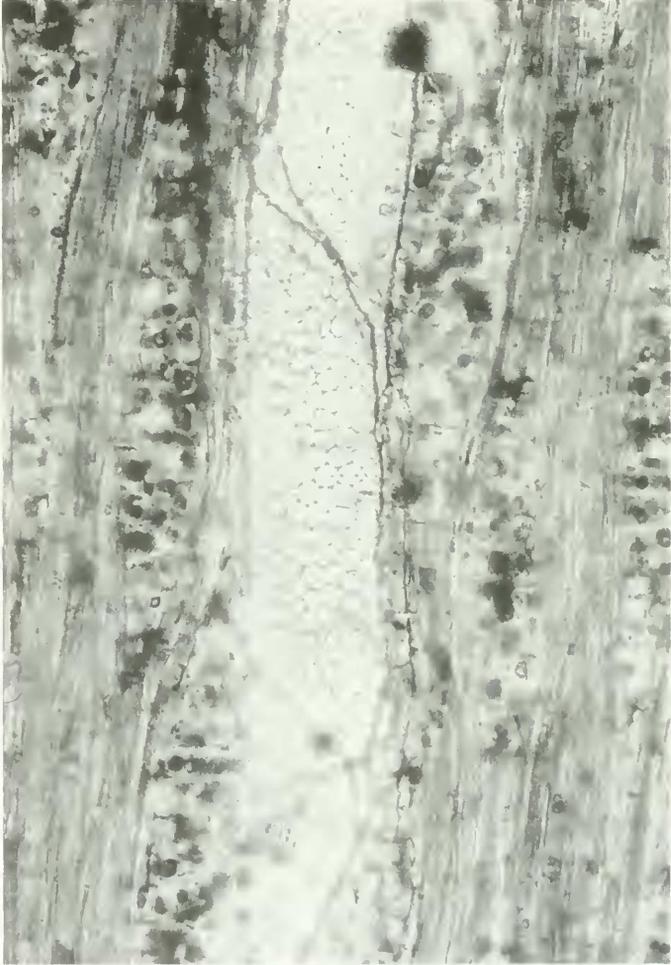


Abb. 8. Tangentialschliff (BSP 1971 XVII 84). Durchbrechungen der Gefäße einfach, intervaskuläre Tüpfel groß, polygonal und alternierend. $\times 250$.

Am Hortus Botanicus in Leiden, Niederlande, konnten im Juli 1992 weitere 6 *Morus*-Präparate aus der Xylothek „Imperial Forestry Institut Oxford“ verglichen werden; *Morus alba* – Nr. 63 u. Nr. 3185; *Morus bombycis* – Nr. 2133; *Morus latea*; *Morus laevigata* – Nr. 2439; *Morus nigra* – Nr. 2831. – Zwei Präparate von *Morus alba* (Nr. 63 und 3185) zeigen die größte Ähnlichkeit mit dem Fossilrest. Präparat Nr. 3185 unterscheidet sich nur durch breitere Holzstrahlen, Präparat Nr. 63 hat 4–5reihige Strahlen. *Morus bombycis* (Nr. 2133) hat wie der Fossilrest große, Lauraceen-ähnliche Kantenzellen (Idioblasten), unterscheidet sich jedoch durch einen nicht geschlossenen, etwas aufgelockerten Porenkreis im Frühholz. Während *Morus latea* für einen Vergleich ausscheidet (breite Parenchymbänder), zeigt *Morus laevigata* (Nr. 2439), ähnlich dem Fossilfund, rhomboide Einzelkristalle in zahlreichen Kantenzellen. – Nach Abwägung aller Kriterien hat *Morus alba* die größte Ähnlichkeit (Übereinstimmung) mit dem Fossilrest.

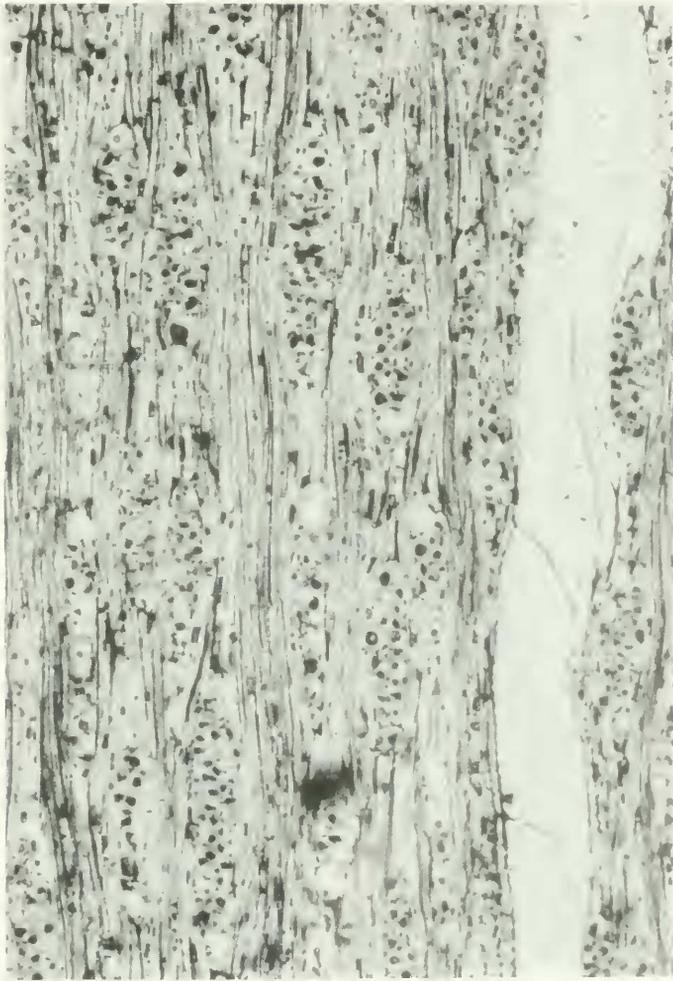


Abb. 9. Tangentialschliff (BSP 1971 XVII 84) mit Holzstrahlen, Fasern, Gefäßen und intervaskularen Tüpfeln. – $\times 140$.

Abbildungen und Beschreibungen

Anatomischer Vergleich: BAREFOOT & HANKINS (1982: 71, Abb. 5 a); CARLQUIST (1988: 34, 38, 52, 95, 124, 227); FAHN, WERKER & BAAS (1986: 133, Taf. 49); GREGUSS (1959: 124–126, Taf. 53–54); GROSSER (1977: 146–147, Taf. 41); HUBER & ROUSCHAL (1954: 24–25, Abb. 34–35); ILIC (1991, Abb. 747 und 2313); METCALFE & CHALK (1950, II: 1266–1268; vessels in almost 'ulmiform' bands particularly in *Morus alba* Linn.); MILES (1978: 147); PARSA PAJOUH & SCHWEINGRUBER (1988: 98 bis 99), RECORD (1934: 44, Abb. 21); REUDER (1978: 52–53); PANSJIN & DE ZEEUW (1970: 578–579); PFARSON & BROWN (1932: 911–923); SCHWEINGRUBER (1990: 552–553); TIPO (1939: 15, 21, Abb. 3; Tab. 2). – *Morus alba*, teils auch *M. nigra*, zeigen die größte Ähnlichkeit mit dem Fossilrest.

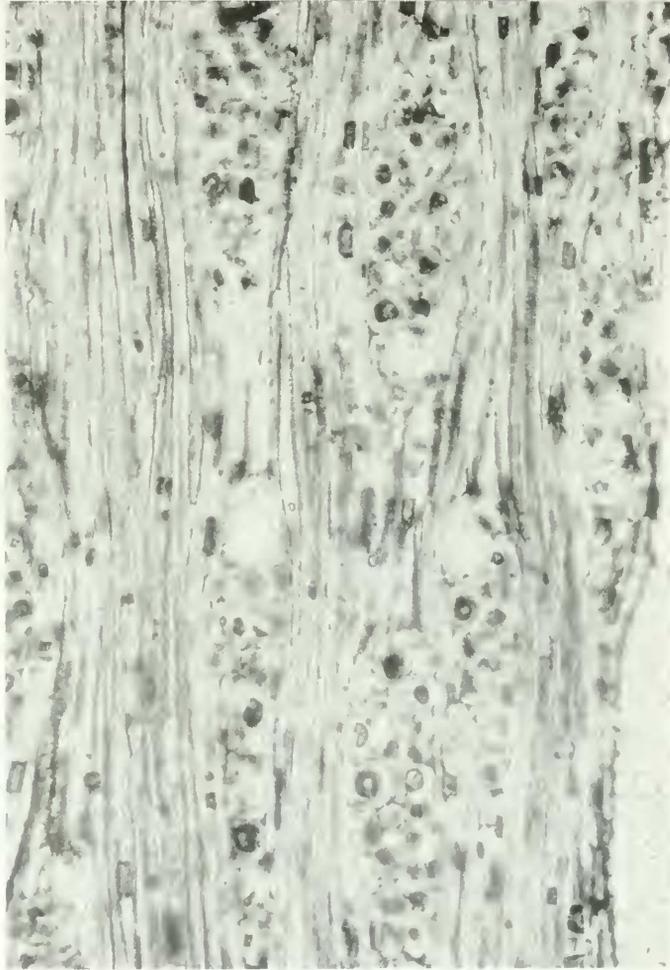


Abb. 10. Tangentialschliff (BSP 1971 XVI 84) mit heterozellularen Holzstrahlen. Idioblasten-ähnliche Kantenzellen mit prismatischem Einzelkristall. – $\times 250$.

1.3.2 Fossile Hölzer der Moraceae

Die „Fossil Wood Database 11 March 1991“ (WHEELER 1991) dokumentiert 13 fossile Holzfundorte der Familie Moraceae. Außer *Artocarpoxylon*-, *Cudranioxylon*- und *Myrianthoxylon*-Hölzern zeigt die Mehrzahl der Funde anatomische Merkmale der Organgattung *Ficoxylon*. Fossile Holzfundorte der Gattung *Morus* sind auch bis heute nach Durchsicht der zugänglichen Literatur, sowie bestätigt durch eine freundliche Mitteilung von Mme Dr. Catherine PRIVE-GILL, Paris, nicht bekannt. Die Aufstellung der Organgattung *Moroxylon* gen. nov. ist somit berechtigt.

Der Name „*Moroxylon* sp.“ (SELMEIER 1964) ist ungültig, da diese kurze Mitteilung eine Bestimmung gemäß den Regeln (CODE) nicht zulässt. Eine ausführliche Neubearbeitung von „*Moroxylon* sp.“ führte zur Meliaceae *Cedroxylon* nov. gen. (SELMEIER 1987).

1.3.3 Ökologie und Anatomie

In jüngster Zeit haben BAAS & SCHWEINGRUBER (1987) sowie WHEELER & BAAS (1991) an umfangreichem Fossil- und Rezentmaterial „ökologische Tendenzen in der Holz-anatomie und ihre biologische Bedeutung“ (BAAS in SCHWEINGRUBER 1991: 739–762) aufgezeigt. Das vorliegende Kieselholz aus Au i. d. Hallertau ist (a) ringporig, hat (b) feldartig gruppierte Spätholzgefäße (clusters) in (c) diagonal-tangentialer Anordnung. Diese 3 anatomischen Merkmale sind in ihrer Kombination nach WHEELER & BAAS (1991: 292) wesentlich häufiger in subtropischen und temperierten Gehölzflora anzutreffen, als dies in tropischen Gebieten der Fall ist. Als Beispiele werden die Gattungen *Morus* und *Ulmus* sowie mehrere Papilionideae angeführt. Die Kombination dieser 3 anatomischen Merkmale, besonders aber das Merkmal (a) „clusters“, liefert somit einen deutlichen Hinweis auf ein subtropisches bis temperiertes Klima des einst jungtertiären Standortes.

Tab. 1: Ökologie und anatomische Merkmale von *Morus alba* und *Morus nigra* nach BAAS & SCHWEINGRUBER (1987: 254)

	<i>Morus alba</i>	<i>Morus nigra</i>
macroclimate	mediterranean	mediterranean
moisture availability	normal	normal
habit	tree	tree
scalariform perforation	–	–
ringporosity	+	+
vessels (almost) exc. solitary	–	–
different vessel size classes	+	+
spiral vessel wall thickenings	+	+
fibre-tracheids	–	–
vascular tracheids	+	+
vasicentric tracheids	–	–

Bei *Moroxylon sturmi* nov. spec. sind mit Ausnahme der am Fossilmaterial meist schwer erkennbaren Spiralverdickungen alle anatomischen Merkmale erhalten geblieben.

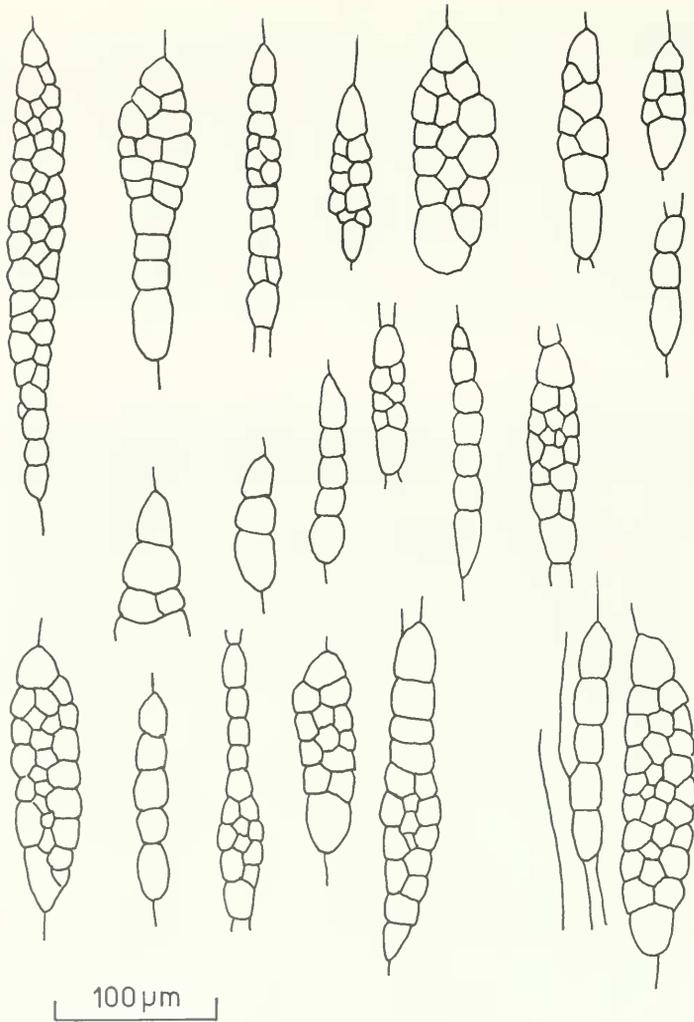


Abb. 11. Tangentialschliff (BSP 1971 XVII 84). Auswahl von typischen Formen der (meist) heterozellularen Holzstrahlen.

2. Makroreste, Pollenanalyse

Gesicherte Makroreste der Gattung *Morus*, wie Blätter oder Samen, waren bis 1982 aus jungtertiären Schichten des nordalpinen Molassebeckens nicht nachgewiesen (GREGOR 1982). Sie sind auch derzeit (1993) unbekannt (freundl. Mitt. Prof. W. JUNG, München). Ein im Durchmesser 3 mm großer Same von *Morus* stammt aus den miozänen Frucht- und Samen-Floren der Oberpfälzer Braunkohle (GREGOR 1978). In den miozänen Mikrofloren aus Sedimenten der Süßbrackwasser-Molasse und der oberen Süßwasser-Molasse Süddeutschlands fehlen bisher ebenfalls pollenanalytische Belege für die Familie der Moraceae (SEITNER 1987, Diagramm 10). Aus dem tschechoslowakischen Tertiär erwähnt KNOBLOCH (1969: 155) Blattfloren mit *Morus*, gefunden im Travertinkomplex von Spišské Podhradie (bearbeitet von F. NEMEJC). Die tertiären Floren

West Sibiriens lieferten mehrfach Blätter der Gattung *Morus*. Es sind dies nach DOROFFEV (1963): *M. sibirica* (S. 155–158, Taf. XXIV, Fig. 16–20, Textabb. 22, 7–9); *M. glabra* (S. 158–159, Taf. XXIV, Fig. 11–15, Textabb. 22, 1–5; *M. tertiaria* (Taf. 3, Fig. 14). Über den Anteil der fossilen Moraceae und der Gattung *Morus* (nicht Holzreste) für die tertiäre Florentwicklung berichtet MAI (1981: 540, 542, 551, 554, Tab. 3, 560; MAI 1989: 84).



Abb. 12. Radialschliff (BSP 1971 XVII 84). Holzstrahl mit liegenden und beidseitig großen, blasenförmigen Kantenzellen. – $\times 250$.

3. Standort und Klima

Nach (KRÜSSMANN 1977: 323–325) umfaßt die Gattung *Morus* heute etwa 10 Arten. Es sind sommergrüne, Milchsaft führende Bäume und Sträucher. Alle Arten bevorzugen sonnige, warme Regionen und tiefgründige, nahrhafte, kalkreiche Böden. Verbreitet ist die Gattung in Zentral- und Ostasien, vorwiegend in China, Japan und Indien, in Nordamerika (*M. rubra*) von Kanada bis Florida und über Texas bis nach Mexiko. Der schwarze Maulbeerbaum, *Morus nigra*, soll in den Wäldern südlich des Kaukasus und des Kaspischen Meeres heimisch sein, *Morus alba* soll aus China stammen. – Über die Florentwicklung in der bayerischen Molasse, über Referenzlokalitäten, Biostratigraphie und palökologische Deutung berichten JUNG (1984) und JUNG & MAYR (1980).

D a n k

Für die Anfertigung der Dünnschliffe danke ich Herrn H. MERTL, für Filamentwicklung und Bildabzüge Herrn R. ROSIN. Herr Dr. Dietger GROSSER, Akademischer Oberrat, Institut für Holzforschung der Universität München, gestattet seit Jahren die Benützung der Präparaten-

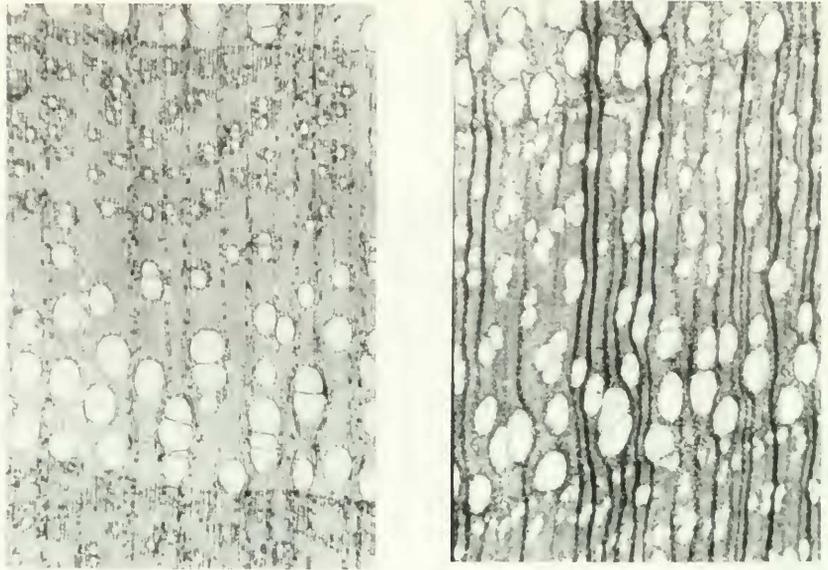


Abb. 13. Vergleich von Querschnittbildern. – Links (rezent): Ringporige Lauraceae, *Sassafras officinale* RAKF Nr. 5328. – Rechts (fossil): *Moroxylon sturmii* nov. spec. (BSP 1971 XVII 84). – Deutlich sichtbar ist die unterschiedliche Form der Spätholzgefäße. – $\times 7$.

sammlung (Xylothek). Herrn Prof. Dr. W. JUNG, Leiter der Abteilung Paläobotanik, danke ich für ständige Gesprächsbereitschaft.

Bei einem Arbeitsaufenthalt 1992 am Hortus Botanicus in Leiden (Niederlande) konnte ich rezente *Morus*-Präparate vom Imperial Forestry Institut Oxford mit dem Fossilrest vergleichen.

Herrn Prof. Dr. P. BAAS und Frau Dr. Ingrid de KORT möchte ich für Arbeitsplatz und fachliche Betreuung in Leiden danken. Mme Dr. Catherine PRIVE-GILL, Paris, danke ich für eine schriftliche Information.

Schriftenverzeichnis

- BAAS, P. & SCHWILINGRUBER, F. H. (1987): Ecological trends in the wood anatomy of trees, shrubs and climbers from Europe. – IAWA Bulletin n. s., Vol 8 (3): 245–274, 2 Tab., 2 Taf.; Leiden (Niederlande).
- BAAS, P. (1990): Ökologische Tendenzen in der Holz Anatomie und ihre biologische Bedeutung. – In: SCHWEINGRUBER, F. H., Anatomie europäischer Hölzer, S. 739–765, 14 Abb.; CH – Birmensdorf (P. Haupt).
- BARFOOT, A. C. & HANKINS, F. W. (1982): Identification of modern and Tertiary woods. – 189 S., zahlr. Abb.; Oxford (Clarendon Press).
- CARLQUIST, S. (1988): Comparative Wood Anatomy. – 436 S., 101 Abb.; Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo (Springer-Verlag).
- DOROFEEV, P. I. (1963): Die tertiären Floren Westsibiriens. – ANSSR, 287 S., 50 Taf., 38 Abb.; Moskau und Leningrad (Bot. Inst. V. L. Komarov).
- Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500 000 (1981; 14 Autoren). – 3. Auflage, 168 Seiten, 29 Abb., 21 Tab., 6 Taf., 1 Beil.; Bayer. Geol. Landesamt, München.
- FALIN, A., WERKER, E. & BAAS, P. (1986): Wood Anatomy and Identification of Trees and Shrubs from Israel and Adjacent Regions. – 221 S., 11 Abb., 12 Tab., 82 Taf.; Jerusalem (The Israel Academy of Sciences and Humanities).

- GRIFFOR, H.-J. (1978): Die miozänen Frucht- und Samen-Floren der Oberpfälzer Braunkohle, I. Funde aus den sandigen Zwischenmitteln. – *Palaeontographica*, B, **167**: 8–103, 30 Abb., 15 Taf., 4 Tab.; Stuttgart.
- GRIFFUSS, P. (1959): Holz-anatomie der europäischen Laubhölzer und Sträucher. – 330 S., 307 Taf.; Budapest (Akadémiai Kiadó).
- GROSSER, D. (1977): Die Hölzer Mitteleuropas. Ein mikrophotographischer Lehratlas. – 288 S., 87 Abb., 64 Taf., 3 Faltaf.; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).
- HEISSIG, K. (1989): Neue Ergebnisse zur Stratigraphie der mittleren Serie der Oberen Süßwassermolasse Bayerns. – *Geologica Bavarica*, **94**: 239–257, 5 Abb.; München.
- IAWA Committee on Nomenclature (1989): IAWA list of microscopic features for hardwood identification. – *IAWA Bull.* n. s. **10** (3): 219–332, 190 Abb.; Leiden (Rijksherbarium).
- ILIC, J. (1991): CSIRO Atlas of Hardwoods. – 525 S., 11 556 Abb.; Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hongkong, Barcelona (Springer).
- JUNG, W. (1984): Die Florenentwicklung in der bayerischen Molasse. – *Naturwiss. Z. f. Niederbayern*, **30**: 31 bis 41; Landshut.
- JUNG, W. & MAYR, H. (1980): Neuere Befunde zur Biostratigraphie der Oberen Süßwassermolasse Süddeutschlands und ihre palökologische Deutung. – *Mitt. Bayer. Staatssammlung Paläont. hist. Geol.*, **20**: 159–173, 1 Abb., 1 Tab.; München.
- KNOBLOCH, E. (1969): Tertiäre Floren von Mähren. – 201 S., 309 Abb., 78 Taf.; Brno (Moravske Museum).
- KRÜSMANN, G. (1977): Handbuch der Laubgehölze, II. – 466 S., 832 Abb., 176 Taf.; Berlin und Hamburg (P. Paray).
- MAI, D. H. (1981): Entwicklung und klimatische Differenzierung der Laubwaldflora Mitteleuropas im Tertiär. – *Flora*, **171**: 525–582, 18 Abb., 6 Tab.; Jena (VEB G. Fischer-Verlag).
- MAI, D. H. (1989): Development and regional differentiation of the European vegetation during Tertiary. – *Plant Syst. Evol.*, **162**: 79–91, 3 Abb.; London.
- MEIN, P. (1975): Résultats du Groupe de Travail des Vertébrés. – In: Report on Activity of the R.C.M.N.S. Working Groups (1971–1975), I.U.G.S. Comm. on Stratigr., Subcomm. on Neogene Stratigr., S. 77–81, 1 Tab.; Bratislava.
- MITCALFE, C. R. & CHALK, L. (1950): Anatomy of the Dicotyledons, 1 u. 2. – 1500 S., 317 Abb., 6 Tab., 5 Diagramm; Oxford (Clarendon Press).
- MILES, A. (1978): Photomicrographs of world woods. – 233 S., unbeziff. Abb.; London (Her Majesty's Stationary Office).
- PARSA PAJOUH, D. & SCHWEINGRUBER, F. H. (1988): Atlas des bois du nord de l'Iran. – 136 S., zahlr. Abb. u. Taf.; Teheran University Publications.
- PEARSON, R. S. & BROWN, H. P. (1932): Commercial Timbers of India, 2. – 1149 S., 319 Abb.; Calcutta (Government of India, Central Public. Branch).
- REUDER, W. (1979): Mikroanatomische Beschreibung von Hölzern aus dem Iran. – 90 S., unbeziff. Abb.; unveröff. Diplom-Arbeit am Institut für Holzforschung, Univ. München.
- SCHWEINGRUBER, F. H. (1990): Atlas mitteleuropäischer Hölzer. – 802 S., 3473 Abb., 589 Zeichn.; Bern und Stuttgart (P. Haupt).
- SEITNER, L. (1987): Miozäne Mikrofloren aus Sedimenten der Süßbrackwassermolasse und der Oberen Süßwassermolasse Süddeutschlands. – *Diss. Univ. München*, 352 S., 119 Taf., 14 Beil. + Anhang I–XVI; München.
- SELMEIER, A. (1964): Ein tertiäres Maulbeerholz aus Simbach am Inn. – *Ber. (Festschrift) naturwiss. Ver. Landshut*, **24**: 95–98, 2 Taf.; Landshut.
- SELMEIER, A. (1989): Funde verkieselter Hölzer aus dem nordalpinen Molassebecken und einigen Randgebieten. – *Geologica Bavarica*, **94**: 409–446, 8 Abb.; München.
- SELMEIER, A. (1994): Fossile Hölzer aus der nordalpinen Molasse. – 140 S., 115 Taf.; Bern, Stuttgart (P. Haupt). (In Vorbereitung).
- STERN, W. L. (1988): Index Xylariorum. Institutional wood collections of the world. 3 – *IAWA Bull.*, n. s., **9** (2): 203–252; Leiden (Rijksherbarium).
- TIPPO, O. (1939): Comparative anatomy of the Moraceae and their presumed allies. – *Bot. Gazette*, **100**: 1–99, 63 Abb.; Chicago.
- UNGER, H. J. (1982): Bemerkungen zur Gliederung der Oberen Süßwassermolasse im Raum Mainburg. – *Documenta naturae*, **4**: 1–18, 7 Abb., 3 Tab.; München.

- WHEELER, E. A. (1991 a): Fossil wood database 11 March 1991. – 32 S.; Raleigh, USA (North Carolina State University).
- WHEELER, E. A. (1991 b): Database references: March 1991. – 21 S.; Raleigh, USA (North Carolina State University).
- WHEELER, E. A. & BAAS, P. (1991): A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. – IAWA Bulletin n. s., Vol. 12 (3): 275–332, 35 Abb., 18 Tab.; Leiden (The Netherlands).
- WHEELER, E. A., BAAS, P. & GASSON, P. E. (1989): IAWA List of microscopic features for hardwood identification. – IAWA Bulletin n. s. Vol. 10 (3): 219–332, 190 Abb.; Leiden (Rijksherbarium).